

⑩ 日本国特許庁(JP) ⑪ 特許出願公開
⑫ 公開特許公報(A) 昭63-78032

⑬ Int. Cl.⁴
G 01 L 1/22
5/16

識別記号

庁内整理番号
Z-7409-2F
7409-2F

⑭ 公開 昭和63年(1988)4月8日

審査請求 未請求 発明の数 2 (全9頁)

⑮ 発明の名称 カーモーメント・センサー・ユニットの測定要素およびその製造方法

⑯ 特 願 昭62-226245

⑰ 出 願 昭62(1987)9月9日

優先権主張 ⑱ 1986年9月17日 ⑲ 米国(U S) ⑳ 909103

㉑ 発 明 者 ジョン イー。ラミン アメリカ合衆国 95695 カリフォルニア ウッドランド
グ ボーチャード コート 727

㉒ 出 願 人 ジェイアールスリー アメリカ合衆国 95695 カリフォルニア ウッドランド
インコーポレーティッド ハーター アベニュー 22

㉓ 代 理 人 弁理士 辻本 一義

明 細 書

1. 発明の名称

カーモーメント・センサー・ユニットの測定要素およびその製造方法

2. 特許請求の範囲

1. カーモーメント・センサー・ユニットの多数の力およびモーメントまたはいずれか一方を測定する要素として使用される製品であって、一対の平行なディスク部材を含んでおり、当該ディスク部材は、両ディスク部材間に円筒状の室を形成する単一のブリッジ・リング部材によって、ディスク部材の外周付近で結合されており、また上記リング部材は、その内部に少なくとも3個の概して円形のブリッジ要素を形成していると共に、当該ブリッジ要素の各々はそれを通する中心開口部を有しており、さらに、上記ブリッジ要素の各々が、上記の概して円形のブリッジ要素の各々を限定するように、ブリッジ要素の間で上記リング部材の一部の周りにこれを通して

周方向に延びるスロットと、当該周方向スロットの各端部でこれを横切って上記リング部材を貫通する一対のスロットによって形成されている製品。

2. 上記のブリッジ要素が、上記の周方向スロットに対して概して横方向にあり、かつ上記ユニットの軸に対して概して半径方向にある少なくとも1つの表面を含んでいる特許請求の範囲の範囲第1項に記載の製品。

3. 上記の各ブリッジ要素が、上記ディスク部材に対して直径方向に対向し、かつこれらのディスク部材から同じ間隔で配置された一対の上記の概して横方向の表面を含んでいる特許請求の範囲第2項に記載の製品。

4. 上記表面が、上記ブリッジ要素を貫通する中心開口部にある特許請求の範囲第2項に記載の製品。

5. 上記周方向スロットが、上記ブリッジ要素の取り付けられた端部が上記ディスク部材間の唯一の連結部となるように、上記リング部

材を半径方向および横方向に貫通して延びている特許請求の範囲第1項に記載の製品。

6. 4個のブリッジ要素が、上記の平行なディスク部材の間でそれらの周りに周方向に等間隔で設けてある特許請求の範囲第1項に記載の製品。

7. 上記の各ディスク部材が、ディスク部材の軸に平行な複数の取付手段を含んでおり、当該取付手段は上記リング部材から半径方向内側に形成され、かつ上記ディスク部材の外表面上で周方向に等間隔に配置されている特許請求の範囲第1項に記載の製品。

8. 上記の各ディスク部材が、2つの軸方向に整列された取付面の間に上記ユニットを取り付けるために、軸から半径方向に等距離で配置されかつ上記ディスク部材を貫通する複数の孔を含んでいる特許請求の範囲第1項に記載の製品。

9.

(a) 円形のベースプレートに対して垂直に延

びる比較的薄い側壁をもつカップ部材を形成し、

(b) 上記のカップ部材とカバープレート部材の内部の円筒状空間を閉じるように、上記側壁の開放端に実質的に垂直で上記カップ部材と実質的に同じ直径および形状をもつカバープレート部材を溶接あるいは接着し、

(c) 上記両プレート部材間で周方向に等間隔で配置された複数のブリッジ要素を形成するように、上記カップ部材の側壁の中心部分を貫通する複数の周方向スロットであって、各スロットの軸方向の幅が上記リング部材の軸方向長さよりも狭いものを切削し、

(d) 上記ブリッジ要素を概して円形あるいは多角形の外周をもつように形成するため、上記周方向スロットの端部から遠ざかって少なくとも上記プレートの端縁まである角度で延びるスロットを形成することにより

、上記ブリッジ要素の近傍で上記周方向スロットの各端部に横方向にリリーブ加工をし、

(e) 上記各ブリッジ要素を貫通する円形の開口部を、ブリッジ要素と概して同心に中心にドリル加工し、

(f) 被動部材と駆動部材の間に上記ユニットを取り付けるために、上記カバープレートとベースプレートの外面に取付手段を形成する

工程を含む、力・モーメント・センサー・ユニットの製造方法。

10. 上記工程(a)のカップ部材が、円形のベースプレートに環状のリング部材を溶接することによって形成される特許請求の範囲第9項に記載の方法。

11. 上記各ブリッジ要素の中心部分が、上記周方向スロットに対して概して垂直であり、かつ上記ユニットの軸に対して実質的に半径方向にある仕上げられた表面を含んでいる特許

請求の範囲第9項に記載の方法。

12. 上記の仕上げられた表面が、上記ブリッジ要素の上記円形開口部にある特許請求の範囲第11項に記載の方法。

13. 上記の仕上げられた表面が、上記ブリッジ要素の外端縁にある特許請求の範囲第11項に記載の方法。

14. 上記の仕上げられた表面が、上記ブリッジ要素の直径方向に対向する端縁に形成されている特許請求の範囲第11項に記載の方法。

15. 上記カバープレートとベースプレート間に印加される力およびモーメントまたはいずれか一方を検出するために、ひずみゲージ手段が上記各ブリッジ要素の対向する端縁に取り付けられる特許請求の範囲第9項に記載の方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、力とモーメントの検出システムに関するものである。より詳細には、この発明は、

力およびモーメントの双方またはいずれか一方を検出する、製品としてのセンサー要素およびかかるセンサー要素を製造する方法に関するものである。さらに詳細に言えば、この発明は、工具が複数方向のうちのいずれかの方向に運動に対する抵抗を受けた際に、ロボット・アームと工具の間に存在する力およびモーメントの双方またはいずれか一方を検出して測定する場合に有用な装置に関するものである。ここで使用される「モーメント」は、ある特定方向に軸の周りに作用するトルク、ねじりあるいは回転力である。

この発明の特別の目的は、一對の駆動プレートと被動プレートが、ひずみゲージあるいは力測定要素を簡単に取り付けできると共に、相当に低いコストでより簡単かつ均一に製造できる、複数個のブリッジ要素によって連結された力およびモーメントあるいはいずれか一方を感知する要素またはユニットを提供することである。このユニットは、単一の周縁のリング部材によって一對の取付プレートを接合することにより組立てられる。こ

れらのプレートは、別々に製造されるか、あるいは一方がリングを含めることによりカップ(cup)として形成されることができる。複数個のブリッジ要素のそれぞれは、次いでプレートの周縁部間の唯一の接続部分として、周方向に等間隔に離れて配置された複数個の概して円形のブリッジ要素を残すように、上記リングを彫り込むために、従来のフライスおよび切削方法によりフライス加工あるいは切削加工される。望ましくは、これらのブリッジ要素は、ブリッジ要素の端面あるいはブリッジ要素を貫通する中心孔の円形表面のいずれかに、ひずみゲージあるいはその他の力感知装置を取り付けるために、上記の2枚のプレートに対して実質的に垂直なあるいは傾斜した表面を提供する多角形とされる。

(従来の技術)

自動制御される装置とくにロボット・システムでは、作業工具を支持するロボット・アームの動作を検出して制御するのがきわめて望ましい。ロボット・アームの被動側により支持された工具が

、工作物に当たって、「感触」が駆動機構に伝達されるときに、力およびモーメントを検出するのがとくに有効であることが知られている。これは、その運動範囲内にあるアーム、工具あるいは一切の対象物(人間を含む)の損傷を回避するために不可欠である。さらに、このような感触は、作業工具が対象物あるいは製品の輪郭に追従することを可能ならしめる。特別な事例は、表面仕上をすべくバリ、カエリなどを除去するため、鋳物あるいは成形品の輪郭に追従するようバリ取りないし研磨用の工具を制御する必要があることにより提起される問題である。このような工具は、完全に仕上げられた製品を作るため、作業アームおよび工具の案内を多用化、精確化するのにもっとも効果的であるように、力およびモーメントあるいはいずれか一方の連続的な精密測定を必要とする。

このような作業環境では、工具が工作物の研削、フライス加工あるいは研磨作業中に生じるほこりや粒子による汚れ(コンタミネーション)に耐

えるように、力を測定する機構が構成されることも、大切である。ロボットによる製造においては、感知要素の周りに粒子や碎片による多量の汚れ(コンタミネーション)があっても、検出ユニットが、このような力およびモーメントを正確に測定し続けることが、とくに大切である。

従来より、駆動機構を制御するために、力およびモーメントを測定し、フィードバックによってこのような測定結果を利用することは、公知である。このような結果は、標準測定ロード・セルで軸方向荷重を個別に測定した結果を利用して得られてきている。このような例は、特公昭55-125426号公報に示されている。そこでは、電極板と積層された複数個の感圧導電性ゴム板が、把持要素の方向および強度を測定するように構成されている。

ハンガリーの「フィノメカニカ-マイクロテクニカ(Finomechanika-Microtechnika)」第19巻第10号(1980年10月刊)に掲載された論文には、多成分の力およびトルクをデジタル的に測定するた

特開昭63-78032(4)

めに、ロボット・アームの被動部材と駆動部材の間に組込まれた、6成分の力メーターが開示されている。

ワトソン (Watson) 他の米国特許第4,094,182号明細書には、ユニットの外周の周りに等間隔に配置された3つの直立した柱で相互に結合された駆動プレートと被動プレートが開示されている。各柱は、ひずみゲージを支承している。このユニットは、力およびモーメントの検出に有用であるが、3つの相互に直角な軸の周りのこのような力およびモーメントを検出して測定するには、総合的な感度に限界がある。

日本特許第1,145,885号には、被動部材と駆動部材の間の力を測定する装置が開示されている。そこでは、相互に直角な4本の片持梁が、1つの部材を形成する内部シリンダーから半径方向外側へ延びている。別の部材を形成する同心のカラーが、この同心のカラーの一端におけるセクター (sector) として、軸方向に切り込まれた4つの溝に取り付けられた3本の連結棒を介して、各片持

梁の端部に連結されている。ひずみゲージは、各半径方向の片持梁の4つの側面に取り付けてある。連結棒および片持梁の各々は、ワトソン他の特許と同様に、多くの組み立てステップを必要とする独立した要素であるように思われる。

特開昭58-94996号公報には、2本のシャフト間の軸方向トルクを測定する装置が開示されている。そこでは、中心フランジと周縁リングが、複数の半径方向のひずみロッドによって連結されている。ひずみゲージは、各ロッドに取り付けてある。この配置も、独立した要素の集合体である。

特開昭58-205830号公報には、ワトソン他の特許に開示されている駆動部材と被動部材間の3つの軸方向の柱に代わるものとして、薄板状の力センサーが開示されている。このセンサー板は、6本の半径方向の片持梁のアームを形成するヒトデ形に切り出された円板から構成されている。ひずみゲージは、各アームの表面に取り付けられている。個々の部品は、別々に製造して組み立てることが必要である。

特開昭59-205297号公報には、一組の平行リング板が、4本の軸方向の柱と4本の等間隔に配置されたL形ビームにより連結された力検出装置の別の配置が示されている。L形ビームの垂直な側面が、ひずみゲージを支承し、各Lのひとつの脚は、被動軸にピン止めされている。各Lの他の脚は、柱を介して駆動されるリングのひとつと他のリングに固定されている。これら要素は、別々に製造して組み立てられることは明らかである。

私の米国特許第4,488,441号明細書では、等間隔に配置されたアーチあるいは馬蹄形ユニットが、2枚の板の間の空間に架け渡されている。同時に垂直方向の力およびモーメントを測定する装置が開示されている。このような一般にアーチ形状をした連結部材は、望ましくは堅い金属ブロックからフライス加工される。2枚の板の間の中心空間も、ブリッジ・ユニットが駆動板および被動板と一体になるように、前記ブロックからフライス加工される。このような配置としたブロックにブリッジ要素を切削して作るには、この板のセクタ

ーが、2枚の板の共通軸に平行で相互に垂直な面に沿って切断され、そのためにブリッジ要素の表面が、ブリッジ・ユニットの軸に対して半径方向の面に沿ってこれらの板を接合するのと同様に、ブリッジ・ユニットの軸に平行であるように切断されることが不可欠である。

先行技術のユニットととくに異なって、この発明の方法は、自動旋盤、フライス盤あるいはボール盤を含む従来の工作機械できわめて簡単に製造できる、力・モーメント感知ユニットの単純化された製造方法を提供する。これによって、より堅牢で均一なブリッジ要素が得られる。さらにブリッジ・ユニットは、単一あるいは複数のひずみゲージの各ブリッジへの取り付けが、組み立ておよび信頼性の面でかなり単純化されるように配置され、かつ形成される。しかし、もっとも重要なことは、このようにして作られた感知要素の、対称で円形の駆動プレートおよび被動プレートの周りのブリッジ要素の高度の対称性が、測定システムの性能を相当に改善することである。とくに、上

記プレートとブリッジ要素の高度の対称性は、このような三次元的な力あるいはモーメントがプレート間に加えられたときに、各ブリッジによって検出される変形あるいはひずみの非線形性を減少させる。さらに、この構造は、たとえば溶接、研削、研磨あるいは切削作業に使用されるロボット作業工具のような工具によって発生する粒子あるいは碎片による汚染（コンタミネーション）に対して耐久性が優れている。これによって、大いに有用な寿命が改善、延長されると共に、製造ないし生産ラインでロボットを作動させ続けて、長期間にわたって24時間操業を可能とするのに必要な作業が減少する。

〔発明が解決しようとする問題点〕

この発明の目的は、一対の駆動プレートと被動プレートが、ひずみゲージあるいは力測定要素を簡単に取り付けできると共に、相当に低いコストでより簡単かつ均一に製造できる複数のブリッジ要素によって連結された、力およびモーメントあるいはいずれか一方を感知する要素またはユニ

ットを提供することである。

この発明の他の目的は、自動旋盤、フライス盤あるいはボール盤を含む従来の工作機械できわめて簡単に製造できる、このような力・モーメント感知ユニットの単純化された製造方法を提供することである。

〔問題点を解決するための手段〕

この発明の力・モーメント・センサーは、一対の平行なディスク部材であって、ディスク部材間に円筒状の室を形成する単一のブリッジ・リング部材により外周近くで接合されたものを含む製品である。このリング部材は、それぞれ貫通する中心孔を有する少なくとも3つの概して円形あるいは多角形状のブリッジ要素を内部に形成している。上記の各ブリッジ要素は、上記ブリッジ要素間のリング部材を通してリング部材の一部の周方向にのびるスロットと、円形のブリッジ要素を規定するこの周方向スロットの各端部で同方向スロットを横切る一組のスロットにより形成される。

この発明の力・モーメント・センサーユニット

の製造方法は、

(a) 円形のベースプレートに対して垂直にのびる比較的薄い肉厚の側壁を有するカップ部材を形成し、

(b) このカップ部材とカバープレートの間の円筒状の空間を閉じるように、側壁の開放端に実質的に垂直で上記カップ部材と実質的に同じ直径および形状をもつ円形のカバープレートを溶接あるいは接着し、

(c) 上記円形プレート間で周方向に等間隔に位置する複数のブリッジ部材を形成するように、上記カップ部材の側壁の中心部分を通る複数の周方向スロットであって、各スロットの幅が上記リングの軸方向長さよりも狭いものを切削し、

(d) 上記周方向スロットの端部から遠ざかって少なくとも上記プレートの端縁まである角度で延びるスロットを形成することにより、ブリッジ部材の近傍で周方向スロットの端部に横方向にリリーフ（relieve）加工をし、

(e) 概して円形の形状を形成するように、円形

開口部をもつ上記各ブリッジ部材の中心部にドリルで穿孔し、

(f) 被動部材と駆動部材の間に上記ユニットを取り付けるために、上記カバープレートおよびベースプレートの外面に取付手段を形成する、という各工程を含むものである。

この発明のその他の目的および利点は、この明細書と一体を成す図面を引用してなされる好ましい実施例についての以下に述べる詳細な説明により、明らかになるであろう。

〔実施例〕

さて図面を参照すると、とくに第1図において、力・モーメント・センサー要素(10)は、ロボット・アームとこのアームにより操作される工具との間で、交互に駆動プレートあるいは被動プレートのいずれかになることのできる一対の円形あるいは円筒形のプレート(12)および(14)から成っている。検出器のセンサー要素(10)は、第1図に見られるように、頂部プレート(14)と底部プレート(12)の両方に形成された取付孔(16)によってか

かる装置に固定されることができる。

複数の互いに直角をなす方向のうちのいずれかの方向に両プレート(12)(14)の間で作用する力とモーメントを検出するためには、駆動プレートと被動プレートとの間の力およびモーメントまたはいずれか一方の差が、両プレート間で駆動することができるように、感知要素の過大な曲げあるいは撓みを生じることなくトルクおよび力を支持する能力を持つ、十分に剛直な感知点あるいは撓み領域で測定されることが、不可欠である。したがって、八角形のブリッジ要素あるいは連結要素(17)は、実質的に同一であると共に、駆動プレートおよび被動プレート(12)(14)と一体的に形成されることが大切である。この実施例に示されるように、ユニット(10)の構造における強度と均一性のために、ブリッジ要素(17)は、多角形あるいは実質的な円形とすることができる。さらに、特定方向における力とモーメントの測定を単純化するため、ブリッジ要素(17)は、2つのリングの外周の周りに両リングの中間で周方向に等間隔に配置され

ることが不可欠である。この実施例に示されるように、4個のブリッジ要素(17)は90°毎に等間隔に配置されている。3あるいはそれ以上のブリッジ要素が、ユニット(10)の軸および周囲の両方に関連する3あるいはそれ以上の互いに直角な方向の力およびモーメントまたはいずれか一方を検出するのに充分なことは、理解されるであろう。

ブリッジ要素(17)およびこれらの両プレート(12)(14)との関係に対する上述した必要条件是、これまでに知られてはいるが、両プレート(12)(14)を均等に配置し、かつそれらを互いに平行に維持するのは困難であった。これは、中間の連結部のない中空円筒のようにセンサー・ユニット(10)の内部を形成する必要があることに起因するものである。2枚のプレート(12)(14)の間にある実質的に円筒状の空間に、両プレート(12)(14)の間でユニット(10)の外周にあるブリッジ要素(17)を備えるには、その間に介在する領域を除去する間、ブリッジ要素(17)を破損することなく残すような

フライス加工または切削加工が必要であった。そうでなければ、2枚のプレート(12)(14)の外周の間の選択された位置で、別々に各ブリッジ部材(17)を溶接する必要があった。これらの製作方法は、2枚のプレート(12)(14)間の力とモーメントが、ブリッジ要素(17)の位置とは無関係にブリッジ要素(17)により均一に検出されることができるようなセンサー・ユニット(10)の対称性あるいはブリッジ要素(17)の均一性に関しては、満足できるものではなかった。したがって、各センサー・ユニット(10)で得られる測定値からの較正とデータ整理は、困難でかつ費用がかかるものであった。

この発明によって、これらの問題は、ふたつのプレートを独立したプレートとして形成するか、あるいは、比較的薄い円筒状の側壁を有するカップ部材を形成するように、ひとつのプレートを直立壁を備えたプレートとして形成することにより、解決された。このような構造は、第2図および第4図に最もよく示されており、そこではプレ-

ート(12)および(14)は単一のリング部材(18)により結合されている。リング(18)は、プレート(12)(14)の外周に沿って、電気溶接などにより均一に結合されている。リング(18)の幅すなわち軸方向長さを、ユニット(10)の所期の用途に合わせて選択することができるのは明らかであろう。とくに、両プレート(12)(14)がかなり接近している場合には、完全なカップとしてプレート(12)とリング(18)を形成するように、円柱形ブロックを旋盤あるいはボール盤を使用して切断あるいはドリル加工すれば、リング(18)を底部プレート(12)と一体的に形成することができる。両プレート(12)(14)が離れている場合には、独立したリング(18)が最初にプレート(12)に溶接される。

いずれの配置の場合でも、プレート(14)が続いてカップ部材の開放端あるいは、リング(18)の対向端に電子的に溶接される。これは、この発明の力・モーメント・センサー用の囲まれた円筒形の室(15)を含む基礎構造を形成する。

リング(18)とプレート(12)(14)を上記の通り形

成すると、次に同方向に90°毎に互いに等間隔をあけて4つのブリッジ要素(17)を残すように、周方向スロット(20)がリング(18)の中央部分を通して切削される。周方向スロット(20)は、リング(18)の全幅に設けることもできるが、剛性のためには、図示したようにリング(18)の幅の半分のオーダーとするのが望ましい。リング(18)内にブリッジ要素(17)を形成するために、次に4個の横方向スロット(22)が周方向スロット(20)の各端部でフライス加工される。これらのスロット(22)は、周方向スロット(20)から両プレート(12)(14)の端縁まで達するように、概して軸方向に周方向スロット(20)に対してある角度で延びている。これが、ブリッジ要素(17)の側面あるいは端縁(25)の周りに概して八角形状を形作っている。ブリッジ要素(17)の形状は、円形あるいはその他の多角形状とすることができることは明らかである。これらの外部形状の各々は、以下「概して円形状」と表現される。

ブリッジ要素(17)の外面にひずみゲージを取り

付ける便宜のため、ブリッジ(17)の端縁(25)および中央端縁(24)が、ひずみゲージを簡単に接着できるような滑らかなあるいは仕上げられた表面に切削されることができる。同じように、各ブリッジ要素(17)の中心は、ひずみゲージを取り付けるための追加の内部取付面を形成するように、円形孔(26)のようにドリルで穿孔されることができる。孔(26)によって、ひずみゲージ・アセンブリを支持するプラグ部材を挿入することが可能となる。適切な温度制御によって、孔(26)は、内表面にひずみゲージを効果的に接着するように拡大あるいは縮小することができることは明らかである。これによって、周方向に間隔をおいて配置されたブリッジ要素(17)のそれぞれにおいて、個々のセンサー内部の微小な応力あるいはひずみの動きを検出する目的で、ひずみゲージをブリッジ要素(17)とともに移動することが可能となる。

センサー要素をロボット・アームの駆動部材およびロボット工具を支持する被動部材と整列させる目的で、ふたつのディスクの中心が、整列した

中心孔(30)のようにドリルで穿孔されることができる。さらに、両プレート(12)(14)の外面には、センサー・ユニットとロボットの駆動部材および被動部材との正しい心合わせを助けるために、プレート(14)にキー溝(32)を、またプレート(12)にキー(34)を形成することができる。

とくに第3図に示されているように、ロボット工具とロボット・アームの間にセンサー・ユニット(10)を取り付けるための孔(16)は、ロボット・アームの作動長さに1〜3インチ(2.54〜7.62cm)を付加することになるセンサー・ユニット(10)の幅を除けば、作動構成がほとんど変化しないように、ロボット工具とロボット・アームの連結ボルトあるいは植込みボルトと心合わせができる。また、このような構造により、個々のひずみゲージからのリード線と電気結線を軸方向端部(24)にあると同様にブリッジ要素(17)の外表面に、あるいは孔(26)の内表面に取り付けて、これらのリード線をすべて中心孔(30)を通過するようにすることができる。これらのリード線は、ロボット・ア

ームの中心を通過して、センサー・ユニットで感知される力およびモーメントまたはいずれか一方に応答する個々の測定・制御回路に連結することができる。したがって、電気結線を、ロボットのアームまたは工具ともつれる恐れのある外部配線ハーネス(harness)を通す必要はない。

さらにこのような構造によって、検出器要素は、検出器自体の周囲には、通常の可撓性スリーブやブーツ(boot)の他に追加の保護手段を必要としない。また、センサーのアセンブリ全体を、金属製の殻体または缶(図示されていない)によって取り囲むことも可能となる。これは、部品の溶接、研削、フライス加工および中ぐり加工における工具によって、あるいは機械的な研削や砂磨きによってゴミやほこりが発生せしめられる通常の作業環境において、このセンサーを使用することが可能となる点で、とくに有意義である。このように、この発明に係るユニットは、ひずみゲージ要素を別個に保護することなしに、このような碎片に対して耐えることができる。

特開昭63-78032(8)

この構成によって形成される個々のブリッジ要素(17)が、均一かつ対称であることにより、センサー・ユニット(10)によって支持される作業工具の部分で、数百万分の1インチ(数百万分の1cm)程度の変位を検出できるのが確認されている。これによって、ロボットは、最低限のコンピュータ・プログラミングと、工具と工作物の間の圧力に対する高精度の「感触」とによって、大量生産された製品の輪郭を追従するようにプログラミングされることができる。このような感触は、プラスチック成形した部品のバリ取りなどのきわめて微細な仕上げ作業を可能にする。このような仕上げは、椅子のひじ掛けなどの工作物の表面に傷を付けることなく、また製品に許容されないような量のバリを残すことなく、実現される。これによって、作業を完了させる手作業が軽減され、また作業の「歩留り」が改善される。

以上述べた説明から、当業者にとっては、センサー要素の形状自体におけると同様に、センサー要素の製造方法に関しても、さまざまな修正や変

更が可能であろう。しかも、このセンサー・ユニットを、それを形成するための個々のひずみゲージを力およびモーメントまたはいずれか一方を検知する装置に配置することを含めて組み込んだセンサー装置は、この発明から逸脱することなく変更することができることも、明らかであろう。特許請求の範囲に収まるこのようなすべての修正および変更は、この発明に含まれるものである。

(発明の効果)

この発明は以上述べた構成を有するものであり、この発明に係る力またはモーメントの測定要素は、ひずみゲージ等の力測定要素を簡単に取り付けることができると共に、低コストでより簡単かつ均一に製造することができる等の効果を有するものである。

また、この発明に係る製造方法は、上記測定要素を自動旋盤、フライス盤、ボール盤等の従来の工作機械によってきわめて簡単に製造することができる等の効果を有するものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、この発明の力-モーメント・センサーの斜視図である。

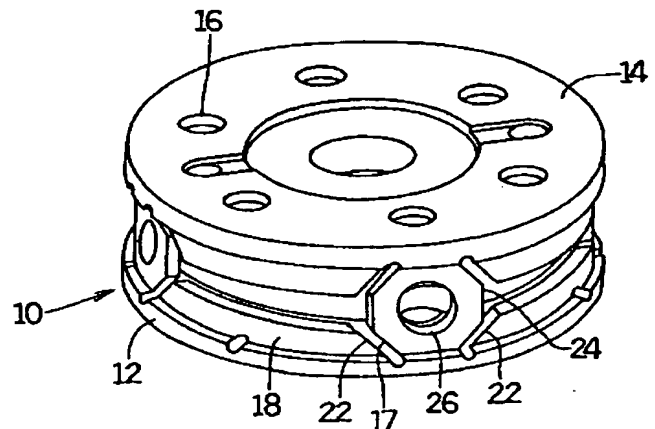
第2図は、第1図の力-モーメント・センサーの一部を断面とした平面図。

第3図は、第1図の力-モーメント・センサーの一部を断面とした立面図。

第4図は、第3図の矢印4-4の方向に見た一部を断面とした立面図。

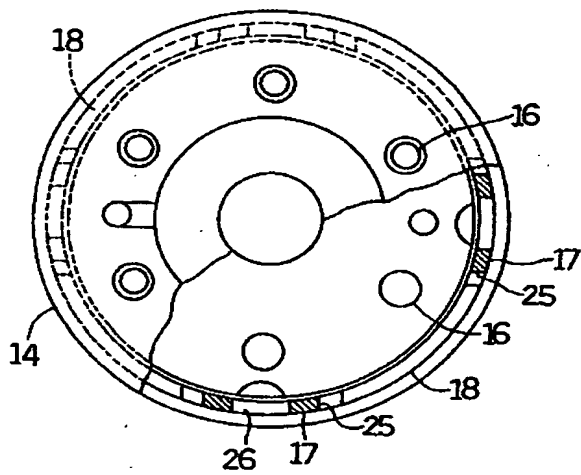
(10)…センサー要素 (12)…底部プレート (14)…頂部プレート (15)…室 (16)…取付孔 (17)…ブリッジ要素 (18)…リング部材 (20)…周方向スロット (22)…横方向スロット (24)…中央端部 (25)…側端部 (30)…中心孔 (32)…キー溝 (34)…キー

第1図

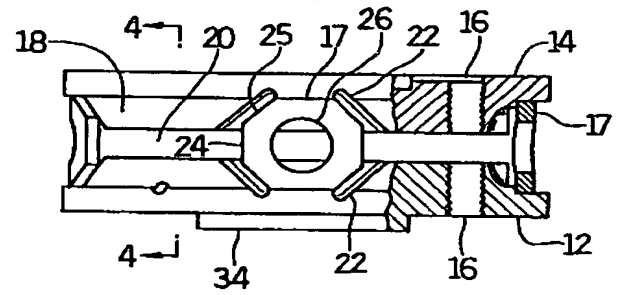


代理人 弁理士 辻 本 一 義

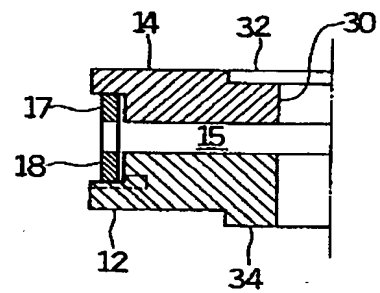
第 2 図



第 3 図



第 4 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.